

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 1775322 C2

⑤ Int. Cl. 3:
F18C33/14

⑳ Aktenzeichen:
㉔ Anmeldetag:
㉕ Offenlegungstag:
㉖ Veröffentlichungstag:

P 17 75 322.9-12
27. 7. 68
27. 5. 71
9. 6. 82

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
12.02.68 US 704678

⑦③ Patentinhaber:
Clevite Corp., Cleveland, Ohio, US

⑦④ Vertreter:
Görtz, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6000 Frankfurt

⑦② Erfinder:
Fedor, Robert Joseph, Cleveland, Ohio, US; Smith, Walter
Eugene, South Euclid, Ohio, US

⑤⑤ Entgegenhaltungen:

DE-AS	12 52 514
FR	13 10 088
GB	7 73 722
GB	6 58 335
IJS	31 32 418
US	31 04 135
US	30 94 415
US	28 15 567
US	22 89 572
US	21 98 240
US	19 59 029

DE-AN Sch 10 418/47b9 v. 03.02.55;
„Aluminium“, Nr. 11, 1962, S. 745;

⑤④ Mehrschichtiges Lagermaterial, dessen Vormaterial und Verfahren zur Herstellung des Vormaterials

DE 1775322 C2

DE 1775322 C2

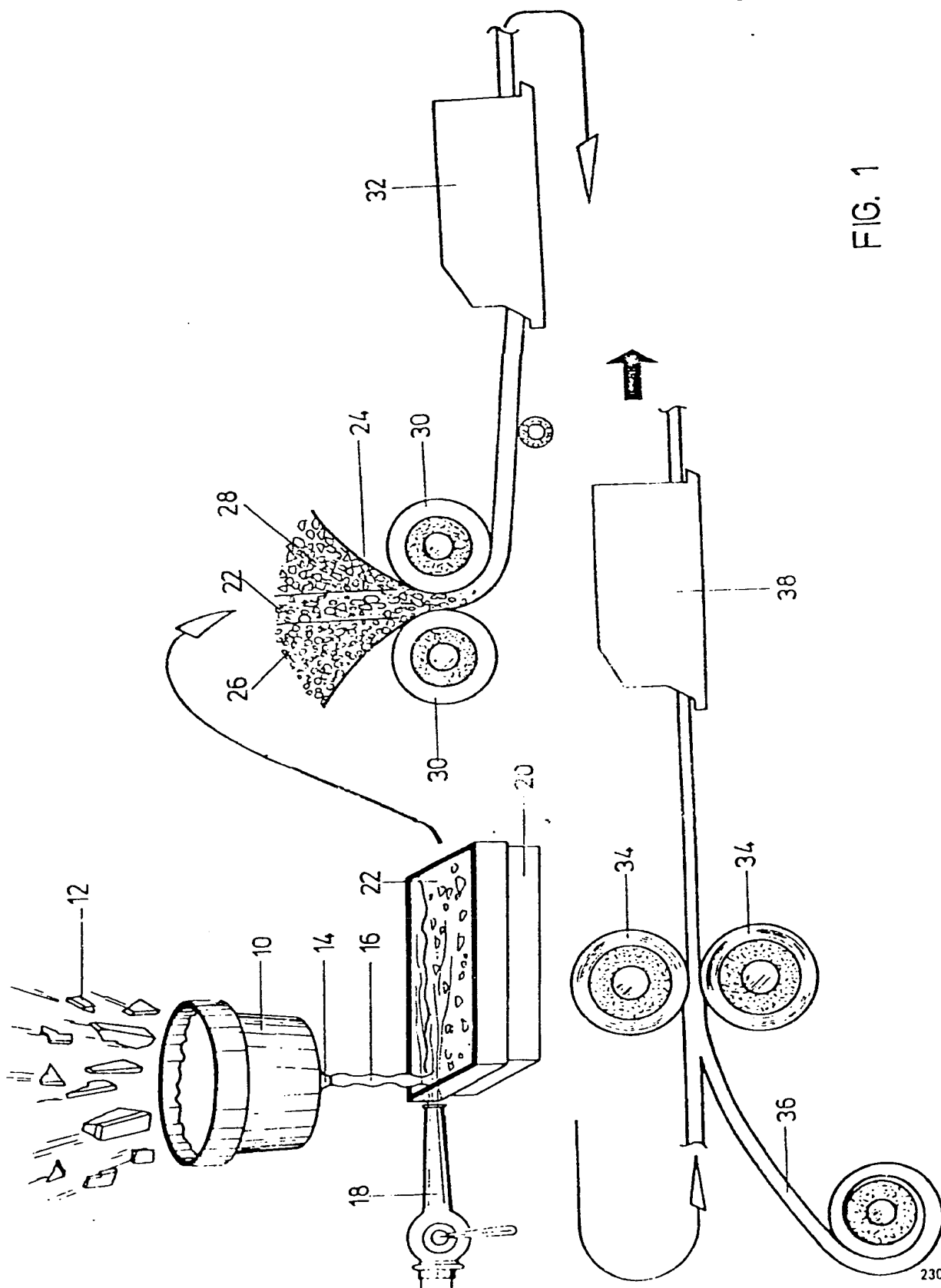


FIG. 1

Patentansprüche:

1. Mehrschichtiges Lagermaterial mit einer Trägerschicht aus Stahl, einer mit dieser verbundenen Zwischenschicht auf Aluminiumbasis und einer Lagerschicht aus 55 bis 95 Gew.-% Aluminium, 5 bis 25 Gew.-% Zinn, Blei, Cadmium, Wismut und/oder Antimon und 0 bis 20 Gew.-% Zusätzen aus Silicium, Kupfer, Mangan, Magnesium, Nickel, Eisen, Zink, Chrom, Zirkon und/oder Titan, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (26) aus zusammengesinterten Pulverteilen und die Lagerschicht (22) aus auf der Zwischenschicht auf- und zusammengesinterten, durch Versprühung und Abschreckung einer geschmolzenen Masse aus den genannten Bestandteilen erhaltenen Pulverteilen besteht, welche in der Form gegeneinander abgegrenzter Teilchen auf Aluminiumgrundlage vorliegen, die Lagermetall in feiner Verteilung enthalten, wohingegen sich zwischen den Teilchen keine gesonderten Lagermetallteilchen befinden.

2. Lagermaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (26) aus einer Legierung mit wenigstens 55 Gew.-% Aluminium und 0 bis 13 Gew.-% Silicium, 0 bis 7 Gew.-% Kupfer, 0 bis 1,5 Gew.-% Mangan, 0 bis 6 Gew.-% Magnesium, 0 bis 3 Gew.-% Nickel, 0 bis 2 Gew.-% Eisen, 0 bis 8 Gew.-% Zink, 0 bis 1 Gew.-% Chrom, 0 bis 1 Gew.-% Zirkon und 0 bis 1 Gew.-% Titan besteht.

3. Vormaterial für das Lagermaterial nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Lagerschicht (22) eine weitere Schicht (28) aus auf- und zusammengesintertem Pulver eines Gemenges aus Lagermetall-Teilchen und Teilchen auf Aluminiumbasis angeordnet ist.

4. Vormaterial nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Schicht (28) aus 0 bis 13 Gew.-% Silicium, 0 bis 7 Gew.-% Kupfer, 0 bis 1,5 Gew.-% Mangan, 0 bis 6 Gew.-% Magnesium, 0 bis 3 Gew.-% Nickel, 0 bis 2 Gew.-% Eisen, 0 bis 8 Gew.-% Zink, 0 bis 1 Gew.-% Chrom, 0 bis 1 Gew.-% Zirkon, 0 bis 1 Gew.-% Titan, 0 bis 50 Gew.-% Cadmium, 0 bis 50 Gew.-% Wismut, 0 bis 50 Gew.-% Antimon, 0 bis 50 Gew.-% Blei, 0 bis 50 Gew.-% Zinn, Rest Aluminium, besteht.

5. Verfahren zur Herstellung eines Vormaterials nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß drei verschiedene Schichten aus Pulverteilen, nämlich die Zwischenschicht, die Lagerschicht, zu deren Bereitstellung das Aluminium oder eine Aluminium-Legierung gemeinsam mit dem Lagermetall geschmolzen, und die Schmelze versprüht und abgeschreckt wird, und die weitere Schicht gleichzeitig zusammengepreßt werden, die zusammengepreßte Gesamtschicht anschließend gesintert wird und die gesinterte Gesamtschicht daraufhin auf einer Trägerschicht aus Stahl aufgewalzt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtschicht in zwei Stufen gesintert wird, nämlich in einer ersten Stufe bei etwa 200°C und in einer zweiten Stufe bei Temperaturen zwischen 310 und 590°C.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtschicht nach dem Aufwalzen auf den Stahlträger getempert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die Abschreckung des Materials für die Lagerschicht mit einem Flüssigkeits- oder Gasstrahl erfolgt.

Die Erfindung betrifft mehrschichtiges Lagermaterial mit einer Trägerschicht aus Stahl, einer mit dieser verbundenen Zwischenschicht auf Aluminiumbasis und einer Lagerschicht aus 55 bis 95 Gew.-% Aluminium, 5 bis 25 Gew.-% Zinn, Blei, Cadmium, Wismut und/oder Antimon und 0 bis 20 Gew.-% Zusätzen aus Silicium, Kupfer, Mangan, Magnesium, Nickel, Eisen, Zink, Chrom, Zirkon und/oder Titan. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Vormaterial für die Bereitstellung dieses mehrschichtigen Lagermaterials und ein Verfahren zur Herstellung des Vormaterials.

Mit der US-Patentschrift 31 32 418 wird ein Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Lagermaterials angegeben, nach dem ein Lagermaterial mit einer Trägerschicht aus Stahl, einer Zwischenschicht aus Aluminium und einer Gleitschicht aus zinnreicher Aluminiumlegierung erhalten wird; die zinnreiche Aluminiumlegierung kann aus 5 bis 50 Gew.-% Zinn, 0,1 Gew.-% Silicium, 0 bis 4 Gew.-% Kupfer, 0 bis 4 Gew.-% Nickel, 0 bis 4 Gew.-% Mangan, 0 bis 1 Gew.-% Eisen, 0 bis 5 Gew.-% Blei und/oder 0 bis 0,5 Gew.-% Beryllium, Rest, nämlich wenigstens 50 Gew.-%, Aluminium einschl. üblicher fertigungsbedingter Verunreinigungen bestehen. Nach dem bekannten Verfahren geht man von drei endlosen Bändern aus den jeweiligen Schichtmaterialien aus; diese Bänder werden an ihren Oberflächen gereinigt, anschließend erwärmt und daraufhin durch eine Walzbehandlung verdichtet; im Anschluß an die Verdichtung kann durch Erwärmung auf 350°C vergütet werden.

Bekanntlich überzieht sich metallisches Aluminium außerordentlich rasch mit einer Oxidschicht, welche die Verbindung von Aluminium mit anderen Materialien erschwert. Da Zinn bereits bei 232°C schmilzt, wandert es beim Erwärmen eines Bandes aus zinnreicher Aluminiumlegierung leicht an die Bandoberfläche und »schwitzt« aus der Aluminiumlegierung aus; das ausgeschwitzte Zinn klebt an den Verdichtungswalzen und begrenzt damit das Ausmaß der Verdichtung. Aus den genannten Gründen bereitet beim bekannten Verfahren die ausreichende metallurgische Verbindung der einzelnen Schichten erhebliche Schwierigkeiten; im Ergebnis können nach dem bekannten Verfahren voll befriedigende Gleitlager auf Aluminiumbasis, die den modernen Anforderungen an Belastbarkeit, Schnellaufeigenschaften und Beständigkeit gegen »Festfressen« genügen, nicht erhalten werden.

Mit der britischen Patentschrift 7 73 722 wird die Herstellung entsprechender mehrschichtiger Lager auf Aluminiumbasis nach einem kombinierten Sinter- und Verdichtungsverfahren beschrieben. Ein Stahlband wird chemisch gereinigt und galvanisch mit einem Nickelüberzug versehen; auf dem Nickelüberzug wird eine Schicht aus pulver- oder teilchenförmigem reinem Aluminium aufgebracht, die anschließend bei 620°C gesintert und mit dem Nickelüberzug metallurgisch verbunden wird; anschließend wird die Aluminiumschicht verdichtet. Auf der verdichteten Schicht wird ein Gemisch aus Aluminiumpulver und Zinnpulver (beispielsweise 10 bis 20 Gew.-% Zinn) aufgebracht, das gesamte Material auf etwa 90°C erwärmt und anschließend erneut verdichtet.

In der Praxis hat sich herausgestellt, daß unter diesen Bedingungen kein befriedigender Zusammenhalt zwischen den Teilchen der Lagerschicht erzielt werden konnte, mit der Folge, daß bei Erwärmung solcher Lager unter stärkerer Belastung das Zinn aus der gesinterten Schicht austrat und entfernt wurde, so daß die Lagerschicht an Lagermaterial verarmte und zum Festfressen neigte.

Weiterhin ist aus der US-Patentschrift 30 94 415 ein zweischichtiges Lager mit einer Trägerschicht aus Stahl und einer Lagerschicht aus Aluminium/Zinn mit bis zu 30 Gew.-% Zinn bekannt. Die Lagerschicht kann in Form eines vorlegierten Pulvers aus einer Aluminium-Zinn-Legierung der vorgesehenen Zusammensetzung aufgebracht werden. Anschließend wird der Träger mit der aufgetragenen Pulverschicht auf 370 bis 590°C erwärmt, wobei die Pulverteilchen erweichen und miteinander verschmelzen. Es hat sich gezeigt, daß hierbei auch Zinn in die Grenzfläche zwischen Träger und Lagerschicht gelangt, wodurch die Haftfestigkeit der Lagerschicht am Träger beeinträchtigt wird.

Schließlich ist aus der US-Patentschrift 31 04 135 ein ebenfalls zweischichtiges Lager mit einer Trägerschicht aus Stahl und einer aufgesinterten Pulverschicht aus beispielsweise einem Gemenge aus Aluminiumpulver und Zinnpulver oder einer Vorlegierung aus diesen Komponenten bekannt. Zur Herstellung wird ebenfalls erwärmt und verdichtet, wobei jedoch die Temperatur stets unterhalb der Schmelztemperatur der am niedrigsten schmelzenden Komponente gehalten wird. Hierbei wird eine Struktur erhalten, bei welcher die niedrig schmelzende Komponente verfestigte Seen bildet, die von der Aluminiumstruktur umgeben sind. In der Praxis hat sich gezeigt, daß auch dieses Lager bei hohen Belastungen nicht völlig befriedigt hat, da bei entsprechender Erwärmung das Zinn aus der Aluminiumstruktur entweichen konnte, so daß bei hoher Belastung weiterhin die Gefahr eines Festfressens bestand.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein auf pulvermetallurgischem Wege hergestelltes Gleitlager auf Aluminiumbasis bereitzustellen, das eine gegenüber den oben dargelegten, bekannten Vorschlägen verbesserte Verteilung der Lagerkomponente im Aluminium aufweist und geringe Reibung mit hoher Ermüdungsfestigkeit und Beständigkeit gegen Festfressen verbindet.

Ausgehend von einem mehrschichtigen Lagermaterial mit einer Trägerschicht aus Stahl, einer mit dieser verbundenen Zwischenschicht auf Aluminiumbasis und einer Lagerschicht aus 55 bis 95 Gew.-% Aluminium, 5 bis 25 Gew.-% Zinn, Blei, Cadmium, Wismut und/oder Antimon und 0 bis 20 Gew.-% Zusätzen aus Silicium, Kupfer, Mangan, Magnesium, Nickel, Eisen, Zink, Chrom, Zirkon und/oder Titan ist die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe in ihrer allgemeinsten Form dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht aus zusammengesinterten Pulverteilchen besteht, und die Lagerschicht aus auf der Zwischenschicht auf- und zusammengesinterten, durch Versprühung und Abschreckung einer geschmolzenen Masse aus den genannten Bestandteilen erhaltenen Pulverteilchen besteht, welche in der Form gegeneinander abgegrenzter Teilchen auf Aluminiumgrundlage vorliegen, die Lagermetall in feiner Verteilung enthalten, wohingegen sich zwischen den Teilchen keine gesonderten Lagermetallteilchen befinden.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lagermaterials besteht die Zwischenschicht aus einer Legierung mit wenigstens 55 Gew.-%

Aluminium und 0 bis 13 Gew.-% Silicium, 0 bis 7 Gew.-% Kupfer, 0 bis 1,5 Gew.-% Mangan, 0 bis 6 Gew.-% Magnesium, 0 bis 3 Gew.-% Nickel, 0 bis 2 Gew.-% Eisen, 0 bis 8 Gew.-% Zink, 0 bis 1 Gew.-% Chrom, 0 bis 1 Gew.-% Zirkon und 0 bis 1 Gew.-% Titan.

Die Erfindung ist weiterhin auf ein Vormaterial für das oben genannte Lagermaterial gerichtet. Dieses erfindungsgemäße Vormaterial ist dadurch gekennzeichnet, daß auf der Lagerschicht eine weitere Schicht aus auf- und zusammengesintertem Pulver eines Gemenges aus Lagermetall-Teilchen und Teilchen auf Aluminiumbasis angeordnet ist.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht die weitere Schicht dieses Vormaterials aus 0 bis 13 Gew.-% Silicium, 0 bis 7 Gew.-% Kupfer, 0 bis 1,5 Gew.-% Mangan, 0 bis 6 Gew.-% Magnesium, 0 bis 3 Gew.-% Nickel, 0 bis 2 Gew.-% Eisen, 0 bis 8 Gew.-% Zink, 0 bis 1 Gew.-% Chrom, 0 bis 1 Gew.-% Zirkon, 0 bis 1 Gew.-% Titan, 0 bis 50 Gew.-% Cadmium, 0 bis 50 Gew.-% Wismut, 0 bis 50 Gew.-% Antimon, 0 bis 50 Gew.-% Blei, 0 bis 50 Gew.-% Zinn, Rest Aluminium.

Aus dem vierschichtigen Vormaterial wird das dreischichtige Lagermaterial durch Entfernung der weiteren Schicht erhalten. Zweck der weiteren Schicht ist es, gem. dem nachfolgend dargelegten Herstellungsverfahren das Walzen und Verdichten der Teilchen der speziellen erfindungsgemäß vorgesehenen Lagerschicht zu verbessern, so daß für eine solche zusätzliche weitere Schicht lediglich in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen mehrschichtigen Lagermaterial Patentschutz begehrt wird. Es wird ausdrücklich festgestellt, daß die allgemeine Maßnahme, auf einem dreischichtigen Lagermaterial aus beispielsweise anderen Bestandteilen und/oder mit anderer Struktur eine zusätzliche vierte Schicht vorzusehen, nicht als Bestandteil der vorliegenden Erfindung angesehen wird.

Zur Erfindung gehört auch ein Verfahren zur Herstellung des oben bezeichneten Vormaterials. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß drei verschiedene Schichten aus Pulverteilchen, nämlich die Zwischenschicht, die Lagerschicht, zu deren Bereitstellung das Aluminium oder eine Aluminiumlegierung gemeinsam mit dem Lagermetall geschmolzen werden, und die erhaltene Schmelze versprüht und abgeschreckt wird, und die weitere Schicht gleichzeitig zusammengepreßt werden, die zusammengepreßte Gesamtschicht anschließend gesintert wird und die gesinterte Gesamtschicht daraufhin auf einer Trägerschicht aus Stahl aufgewalzt wird.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Gesamtschicht in zwei Stufen gesintert, nämlich in einer ersten Stufe bei etwa 200°C und in einer zweiten Stufe bei Temperaturen zwischen 310 und 390°C.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Gesamtschicht nach dem Aufwalzen auf dem Stahlträger getempert werden.

Nach einem wichtigen Gesichtspunkt der Erfindung erfolgt die Abschreckung des Materials für die Lagerschicht mit einem Flüssigkeits- oder Gasstrahl.

Dieses spezielle Herstellungsverfahren gewährleistet eine einzigartige Struktur der Teilchen für die Lagerschicht. Diese Struktur weist die nachfolgenden Merkmale auf:

a) innerhalb eines einzelnen Lagerschicht-Teilchens

sind die Lagermetall-Komponente und die Aluminium-Komponente deutlich unterscheidbar; d. h., die Grenzen der Teilchen aus diesen Komponenten bleiben erhalten und können auch noch am fertigen Produkt festgestellt werden;

- b) die Lagermetall-Komponente ist in jedem Lager-schicht-Teilchen durch und durch gleichmäßig innerhalb der Aluminium-Komponente verteilt; und
- c) die Lagermetall-Komponente ist vollständig von der Aluminium-Komponente umgeben.

Da im Rahmen dieser Erfindung Teilchen mit dieser speziellen Struktur durch Versprühung und Abschreckung einer Schmelze aus Aluminium-Komponente, Lagermetall-Komponente und gegebenenfalls den weiteren Zusätzen erhalten werden, wird für derartige Teilchen nachfolgend die Bezeichnung »vorgeschmolzene Teilchen« verwendet. Im fertigen Produkt weist eine bevorzugte Ausführungsform dieser vorgeschmolzenen Teilchen eine Länge von etwa 100 µm und eine Dicke/Breite von etwa 40 µm auf, wobei der durchschnittliche Abstand der Teilchen aus Lagermetall-Komponente innerhalb dieser vorgeschmolzenen Teilchen annähernd 5 µm beträgt.

Zur Erläuterung einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung dienen auch 2 Blatt Abbildungen mit den Fig. 1 bis 5; im einzelnen zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer kontinuierlich arbeitenden Fertigungsanlage für die Herstellung von Lagerstreifen und Lagermaterial gem. der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Lager-schicht-Teilchens mit Aluminium und Lagermetall-Komponente gem. der Erfindung;

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Einbettung von Lagermaterial in Aluminiumteilchen bei bekannten Lagern;

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung einer üblichen und typischen Lagerkonstruktion; und

Fig. 5 einen Schnitt durch das erfindungsgemäße Vormaterial.

Mit Fig. 1 ist ein Tiegel 10 für das Verschmelzen von Teilchen 12 auf Aluminiumbasis dargestellt. Das Rohmaterial 12 wird entweder in Form von Barren oder kleinen Stücken zugegeben und kann eine Mischung aus elementaren Bestandteilen, eine Mischung von reinem und legiertem Material oder eine Mischung von Legierungen darstellen. Das Rohmaterial 12 wird, um die einzelnen Bestandteile zum Schmelzen zu bringen, in den Tiegel 10 gegeben, erwärmt und darin für einige Minuten bei einer Temperatur von etwa 980 bis 1040°C kräftig gerührt, bis die Schmelze in eine einheitliche flüssige Phase übergegangen ist. Ein Schmelzprozeß dieser Art ist mit der US-Patentschrift 19 59 029 näher beschrieben. Der Tiegel 10 ist mit einer Ausflußöffnung 14 versehen, aus der die geschmolzene Masse unter Druck in einem kontinuierlichen Strom ausgestoßen wird. Wasser von Raumtemperatur oder Luft wird auf den Strom aus geschmolzener Masse gerichtet, um den Strom zu zerteilen und die geschmolzene Masse zu versprühen und abzuschrecken, wobei die entstehenden Teilchen in den festen Zustand übergeführt werden. Das Wasser wird mittels einer Düse 18 so gegen die geschmolzene Masse gerichtet, daß die entstehenden feinen Tröpfchen oder Teilchen in einen Behälter 20 fallen und dort gesammelt werden. Für das Abfließen des Wassers sind geeignete, nicht dargestellte Vorkehrungen getroffen. Es kann auch wahlweise anstelle von

Wasser oder Luft ein anderes Gas für das Zerteilen und Abschrecken des geschmolzenen Stromes 16 verwendet werden.

Die vorgeschmolzenen Teilchen werden dann gesammelt, getrocknet und sind für die Lagerschicht des erfindungsgemäßen Lagermaterials bestimmt. Zur Weiterverarbeitung werden diese Teilchen 22 in die mittlere Öffnung einer trichterförmigen Sammelvorrichtung 24 eingebracht. Die Sammelvorrichtung 24 weist auf jeder Seite der mittleren Öffnung jeweils eine weitere Öffnung auf; die (in der Zeichnung links dargestellte) Öffnung dient zur Aufnahme von Pulverteilchen 26 für die Zwischenschicht und die (in der Zeichnung rechts dargestellte) Öffnung dient zur Aufnahme eines Gemisches 28 aus Teilchen aus Lagermetall und aus Teilchen aus Aluminium oder Aluminiumlegierung für die entfernbare weitere Schicht 28 am Vormaterial.

Die Pulverteilchen 22, 26 und 28 werden durch den Spalt zwischen den Druckwalzen 30 geführt und dabei dicht zusammengepreßt. Die entstehende Tripelschicht wird in zwei Stufen im Sinterofen 32 gesintert. Die erste Haltezeit im Ofen 32 beträgt etwa zwei Stunden bei etwa 200°C und dient zum Entweichen von Gas aus dem Gemisch, um die Bildung von Blasen zu verhindern. Anschließend erfolgt die zweite Stufe der Sinterung der Tripelschicht bei Temperaturen von 310 bis 590°C im Sinterofen. Die genaue Temperatur und die genaue Zeit hängen von der angestrebten inneren Struktur ab; beispielsweise erbrachte eine Sinterung bei etwa 340°C im Verlauf von 30 min befriedigende Ergebnisse.

Der gesinterte Streifen wird anschließend durch die Walzen 34 geführt und eine Stahlträgerschicht Fläche an Fläche auf die Grundschrift aufgewalzt. Je nach dem endgültigen Verwendungszweck des Lagermaterials wird das erhaltene Material wahlweise nachträglich in einem Anlaßofen 38 bei einer Temperatur von etwa 310 bis 400°C ungefähr 30 min lang angelassen.

Der aus den Pulverteilchen 18, 22 und 26 und der Trägerschicht zusammengesetzte Streifen wird beschnitten oder ausgestanzt und nach bekannten Verfahren zur Lagerherstellung zu einem Lager üblicher Form ausgebildet, wie mit Fig. 4 dargestellt.

Das sich aus dem oben beschriebenen Verfahren ergebende Vormaterial ist mit Fig. 5 im Schnitt dargestellt. Jede Schicht auf Aluminiumgrundlage ist durch die Zahl gekennzeichnet, die die Teilchen bezeichnet, aus denen jede dieser Schichten aufgebaut ist.

Um die Lagerschicht 22 freizulegen, wird das Vormaterial nach üblichen Methoden auf die geeigneten Abmessungen aufgebohrt, bis die Schicht 28 völlig entfernt ist. Dieser Arbeitsgang kann evtl. vor dem Ausstanzen des Lagerstreifens vorgenommen werden.

Nachfolgend wird der Aufbau der erfindungsgemäß vorgesehenen Lagerschicht mit Bezugnahme auf die Fig. 3 und 2 näher erläutert. Bei der Sinterung und Verdichtung eines pulverförmigen Gemenges aus Aluminiumteilchen und Lagermetall-Teilchen wird eine Struktur erhalten, die schematisch mit Fig. 3 dargestellt ist. Das Lagermetall LM ist hier zwischen die Aluminiumteilchen eingelagert, auch wenn die Aluminiumteilchen vollständig zu einem großen Aggregat zusammengeschlossen sind. Mit der US-Patentschrift 31 04 135 wird diese Struktur dahingehend beschrieben, daß das niedrig schmelzende Lagermaterial einzelne getrennte Seen bildet, die von einer Matrix aus Aluminiumteilchen umgeben sind. Bei dieser Struktur

bekannter Lagerschichten ist das Lagermaterial innerhalb der Aluminiummatrix relativ leicht beweglich und kann bei einer Erwärmung des Lagers infolge Überlastung entfernt werden, wodurch es zu dem gefürchteten Festfressen des Lagers kommen kann.

Demgegenüber ist mit Fig. 2 ein erfindungsgemäß vorgesehenes Teilchen 22 der Lagerschicht dargestellt, das durch Versprühung und Abschreckung einer geschmolzenen Masse aus Aluminium, Lagermetall-Komponente und gegebenenfalls weiteren Zusätzen erhalten wurde. Wie dargestellt, befindet sich das Lagermetall LM in Form einzelner Teilchen durch und durch einheitlich verteilt innerhalb der Masse aus Aluminium Al, die das Teilchen 22 bildet. Beim Verdichten der Teilchen 22 berühren sich im wesentlichen nur die Aluminiumgrenzschichten der Teilchen 22, was zu einem verbesserten Zusammenhalt der Lagerschicht führt. Dank der einheitlichen Verteilung der Lagermetall-Komponente innerhalb der Lagerschicht-Teilchen 22 ist die Beweglichkeit des Lagermaterials vermindert, mit der Folge, daß auch die Gefahr eines Verlustes an Lagermaterial bei Überlastung des Lagers geringer ist. Beim Durchgang durch die Walzen wird jedes vorgeschmolzene Teilchen 22 in Walzrichtung gestreckt; hierbei wird jedoch das Lagermaterial, da es fein und gleichmäßig in jedem Teilchen 22 verteilt ist, nur geringfügig gestreckt. Ein typisches verschmolzenes Pulverteilchen 22 der fertigen Lagerschicht ist bei einer bevorzugten Ausführungsform etwa 100 µm lang und etwa 40 µm breit und dick; der durchschnittliche Abstand zwischen den Teilchen des Lagermetalls beträgt annähernd 5 µm.

Die Teilchen 26 für die Zwischenschicht, welche die Verbindung zwischen der Trägerschicht aus Stahl und der Lagerschicht gewährleisten, bestehen aus einem Material, das kein Lagermaterial enthält. Damit wird verhindert, daß sich an der Grenzschicht der Trägerschicht Lagermaterial befindet, was die Festigkeit der Verbindung beeinträchtigen würde. Die Teilchen 26 können aus reinem Aluminium oder aus einer Legierung mit wenigstens 55 Gew.-% Aluminium und 0 bis 13 Gew.-% Silicium, 0 bis 7 Gew.-% Kupfer, 0 bis 1,5 Gew.-% Mangan, 0 bis 6 Gew.-% Magnesium, 0 bis 3 Gew.-% Nickel, 0 bis 2 Gew.-% Eisen, 0 bis 8 Gew.-% Zink, 0 bis 1 Gew.-% Chrom, 0 bis 1 Gew.-% Zirkon und 0 bis 1 Gew.-% Titan bestehen. Bevorzugt werden Teilchen 26 aus im wesentlichen reinem Aluminium eingesetzt.

Die Teilchen 22 für die Lagerschicht wurden durch Versprühung und Abschreckung einer geschmolzenen Masse erhalten, und die angefallenen vorgeschmolzenen Teilchen bestehen aus 55 bis 95 Gew.-% Aluminium, 5 bis 25 Gew.-% Zinn, Blei, Cadmium, Wismut und/oder Antimon und 0 bis 20 Gew.-% Zusätzen aus Silicium, Kupfer, Mangan, Magnesium, Nickel, Eisen, Zink, Chrom, Zirkon und/oder Titan.

Die Teilchen 28 für die weitere Schicht am Vormaterial, die zur Herstellung des dreischichtigen Lagermaterials gem. der Erfindung entfernt wird, bestehen aus einem Gemenge aus Lagermetall-Teilchen und Teilchen auf Aluminiumbasis, wozu auch die obigen Zusätze gehören. Vorzugsweise werden die Bestandteile dieses Gemenges dahingehend ausgewählt, daß eine weitere Schicht erhalten wird, die aus 0 bis 13 Gew.-% Silicium, 0 bis 7 Gew.-% Kupfer, 0 bis 1,5 Gew.-% Mangan, 0 bis 6 Gew.-% Magnesium, 0 bis 3 Gew.-% Nickel, 0 bis 2 Gew.-% Eisen, 0 bis 8 Gew.-% Zink, 0 bis 1 Gew.-% Chrom, 0 bis 1 Gew.-% Zirkon, 0 bis

1 Gew.-% Titan, 0 bis 50 Gew.-% Cadmium, 0 bis 50 Gew.-% Wismut, 0 bis 50 Gew.-% Antimon, 0 bis 50 Gew.-% Blei, 0 bis 50 Gew.-% Zinn, Rest Aluminium, besteht.

Beim Walzen der Tripelschicht aus den vorgebildeten Schichten aus den Teilchen 26, 22 und 28 kommen jeweils die Teilchen 26 und 28 mit den Walzen in Berührung. Vorzugsweise wird die Zusammensetzung der Teilchen 26 und 28 dahingehend ausgewählt, daß ein Anhaften beim Walzen verhindert und ein ähnlicher oder gleicher Reibungskoeffizient mit den Walzen 30 erhalten wird, damit eine im wesentlichen gleiche Pulverzufuhr zwischen den Walzen erzielt wird.

Mit der nachfolgenden Tabelle 1 werden die Zusammensetzungen für die Zwischenschicht 26, die Lagerschicht 22 und die weitere, zur Entfernung bestimmte Schicht 28 jeweils in Gew.-% angegeben.

Tabelle 1

	Zwischen-schicht	Lager-schicht	Weitere Schicht
Grundmaterial			
Al	55 bis 100	55 bis 95	50 bis 98
Lagermetall			
Sn	—	wenigstens 5	0 bis 50
Pb	—	0 bis 25	0 bis 50
Cd	—	0 bis 25	0 bis 50
Bi	—	0 bis 25	0 bis 50
Sb	—	0 bis 25	0 bis 50
Zusätze			
Si	0 bis 13	0 bis 13	0 bis 13
Cu	0 bis 7	0 bis 7	0 bis 7
Mn	0 bis 1,5	0 bis 1,5	0 bis 1,5
Mg	0 bis 6	0 bis 6	0 bis 6
Ni	0 bis 3	0 bis 3	0 bis 3
Fe	0 bis 2	0 bis 2	0 bis 2
Zn	0 bis 8	0 bis 8	0 bis 8
Cr	0 bis 1	0 bis 1	0 bis 1
Zr	0 bis 1	0 bis 1	0 bis 1
Ti	0 bis 1	0 bis 1	0 bis 1

Mit der nachfolgenden Tabelle 2 werden die Zusammensetzungen (in Gew.-%) für die Zwischenschicht 26, die Lagerschicht 22 und die weitere, zur Entfernung bestimmte Schicht 28 für drei beispielhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Vormaterials angegeben.

Tabelle 2

Bei-spiel	Zwischen-schicht	Lager-schicht	Weitere Schicht
1	100% Al	8,5% Pb 1,5% Sn 4% Si 1% Cu Rest Al	20% Sn 1% Cu Rest Al
2	94% Al 6% Si	17% Pb 3% Sn 1% Cu Rest Al	20% Pb Rest Al
3	0,8% Si 4,4% Cu 0,8% Mn 0,4% Mg Rest Al	20% Sn 1% Cu Rest Al	17% Pb 3% Sn Rest Al

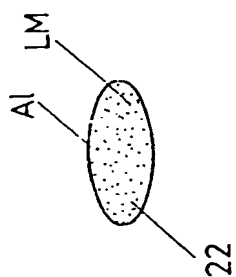


FIG. 2

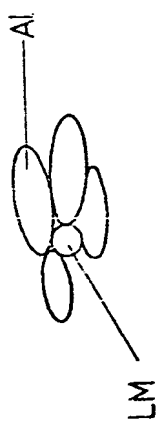


FIG. 3

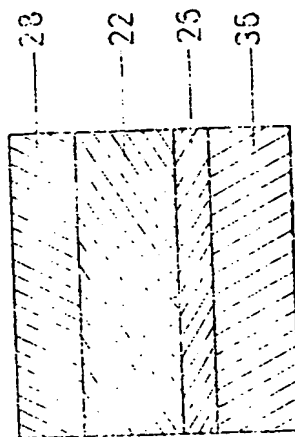


FIG. 5

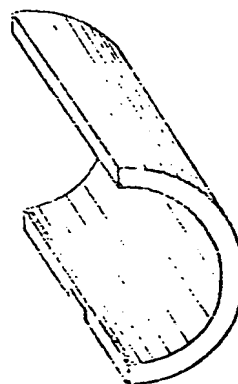


FIG. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.